FY1005/TFY4165 Termisk fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Våren 2014.
Veiledning: 24. og 27. mars. Innleveringsfrist: Fredag 28. mars kl 16.

Øving 11

Oppgave 1

Med 4 L vann i bilradiatoren, hva vil gi den beste beskyttelse mot vinterkulde, tilsetting av (A) 500 g etylenglykol ($C_2H_6O_2$), eller (B) 500 g etanol (C_2H_5OH)? Gir noen av alternativene *tilstrekkelig* beskyttelse mot vinterkulden her i Trondheim? Oppgitt: Smeltevarme for is: $L = 80$ cal/g (1 cal = 4.184 J).

Oppgave 2

a) Sjøvann med osmotisk trykk 23 atm (1 atm $= 1.013 \cdot 10^5$ Pa) kan brukes til å produsere ferskvann ved omvendt osmose, der vannet blir presset gjennom en membran som holder igjen saltet. Bestem den teoretiske minstekostnaden pr tonn produsert ferskvann når saltinnholdet i det resterende sjøvannet blir firedoblet og kraftprisen er 0.80 kr pr kWh.

b) Anslå den tilsvarende prisen pr tonn ferskvann dersom det produseres ved vanlig destillasjon.

c) Kraftverk som kan utnytte det osmotiske trykket mellom ferskvann og saltvann ved utløpet av elver blir vurdert. Anta at det pr tidsenhet strømmer en vannmengde Q (volum pr tidsenhet) gjennom membranen som skiller ferskvann og saltvann. Denne strømmen fører til et trykktap (friksjon) $\Delta p_t = \lambda Q$ der λ er en konstant. Når strømmen er $Q = Q_0$, er trykktapet Δp_t lik det osmotiske trykket Δp_0. Men når $Q < Q_0$, vil trykkdifferansen $\Delta p = \Delta p_0 - \Delta p_t$ kunne utføre et netto arbeid (f.eks drive en turbin). Hvor stor blir effekten P når en ser bort fra tap for øvrig? Hva blir maksimal effekt dersom $\Delta p_0 = 23$ atm og $Q_0 = 125$ L/s?

Oppgave 3

a) Røde blodlegemer har en cellevegg som tåler en trykkforskjell på bare 5 mm Hg før de går i stykker. Hvilken molbrøkforskjell Δx av oppløste stoffer over cellemembranen gir hemolyse, dvs ødeleggelse av cellemembranen?

b) Frysepunktnedsettelsen av humant blodserum er 0.535 °C. Hva er den maksimale prosentvise endringen av mengden (molbrøken) oppløste stoffer (som ikke kan trenge gjennom cellemembranen) som kan tåles uten at hemolyse skjer?

Oppgave 4

En stekeovn med volum 67 L varmes opp fra 20 til 300 °C. Hvor mye energi er lagret i dette volumet, før og etter oppvarmingen? Hvordan fordeler den indre energien seg mellom de massive partiklene (luftmolekylene) og de masseløse partiklene (fotonene)? Hvor stort er strålingstrykket i stekeovnen ved 300 °C?

Oppgave 5

Fra forelesningene har vi $p = u/3 = \alpha T^4/3$, $S = 4\alpha V T^3/3$ og $F = -\alpha T^4 V/3$ for en fotongass i volum V og temperatur T. ($u = U/V$) Vis at dette er konsistent med at $dF = -pdV - SdT$ (for gitt fotonantall N).

Oppgave 6

Anslå netto effekttap fra en naken kropp pga stråling i omgivelser ved $-5\,°\mathrm{C}$. Hudens overflate har temperatur ca $30\,°\mathrm{C}$.
Sammenlign strålingstapet med energiinntaket via mat. Hva er "redningen"?
Sola har masse $2 \cdot 10^{30}$ kg, radius $7 \cdot 10^{8}$ m og overflatetemperatur 5800 K. Bruk dette til å sammenligne utstrålt effekt pr masseenhet fra deg selv og sola.

Oppgave 7

Anslå optimal temperatur på glødetråden i ei "vanlig" (gammeldags!?) lyspære, dvs den som maksimerer andelen utstrålt energi i det synlige området.

Noen svar: 2a: 96 øre/tonn. 2b: 600 kr/tonn. 2c: 73 kW. 3a: $4.7 \cdot 10^{-6}$. 3b: ca 0.1%. 4: $p_s = 27\,\mu\mathrm{Pa}$.